

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-003820

(43)Date of publication of application : 06.01.1999

(51)Int.Cl.

H01F 27/02
H01G 7/00
H01F 17/00
H01F 41/04

(21)Application number : 09-156334

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 13.06.1997

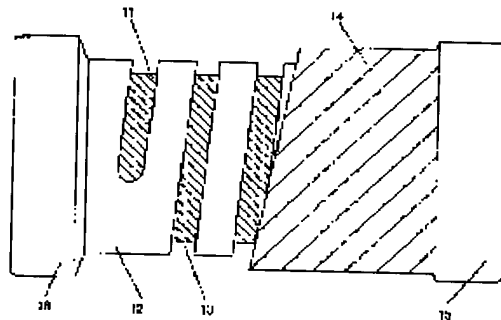
(72)Inventor : SAKIDA HIROMI
ISOZAKI KENZO
KIYOSUE KUNIAKI
KAMIMERA MITSUO

(54) INDUCTANCE ELEMENT AND RADIO TERMINAL EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the size of an inductance element, by forming a protective material which is provided to cover grooves in a uniform thin film and, at the same time to reduce the gap between the protective material and wiring by forming the protective material film by electrodeposition.

SOLUTION: A substrate 11 is formed by performing pressing, extrusion, etc., on an insulating material. A conductive film 12 is formed on the substrate 11 by plating, vapor deposition, etc. Then, grooves 13 are mechanically formed by irradiating the conductive film 12 and substrate 11 with a laser beam or bringing a grindstone, etc., into contact with the film 12 and the substrate 11. A protective material 14 is provided so as to cover the substrate 11, the film 12, and the grooves 13. The material 14 is constituted of a film formed by electrodeposition. In addition, the thickness of the protective material 14 at the corner sections of the conductive film 12 is made thicker than that of the material 14 in the other section, and the surface of the conductive film is roughened. Thus, the grooves 13 and thin uniform protective material 14 are provided between terminal sections 15 and 16. Therefore, the size of an inductance element can be reduced and the mountability and productivity of the element can be improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3097603

[Date of registration] 11.08.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

H 0 1 F 27/02

H 0 1 F 15/02

K

H 0 1 C 7/00

H 0 1 C 7/00

B

H 0 1 F 17/00

H 0 1 F 17/00

G

41/04

41/04

E

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願平9-156334

(22) 出願日

平成9年(1997) 6月13日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 崎田 宏実

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 磯崎 賢蔵

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 清末 邦昭

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

最終頁に続く

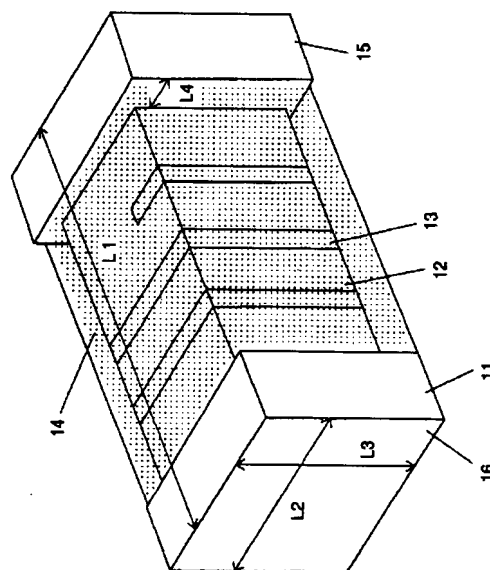
(54) 【発明の名称】 インダクタンス素子及び無線端末装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、生産性を向上させ、小型化及び実装性を向上させることができるインダクタンス素子及び無線端末装置を提供することを目的としている。

【解決手段】 基台11の上に導電膜12を形成し、導電膜12に溝13を形成し、溝12の上に保護材14を形成し、この保護材14を電着膜で構成した。

基台 11
導電膜 12
溝 13
保護材 14



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基台と、前記基台の上に形成された導電膜と、前記導電膜に設けられた溝と、前記溝を覆うように設けられた保護材とを備えたインダクタンス素子であって、保護材を電着膜で構成したことを特徴とするインダクタンス素子。

【請求項2】 溝内において、保護材が導電膜と基台の少なくとも一部を覆う様に設けたことを特徴とする請求項1記載のインダクタンス素子。

【請求項3】 導電膜の角部の保護材の厚みを他の部分よりも厚くしたことを特徴とする請求項1、2いずれか1記載のインダクタンス素子。

【請求項4】 粗面化された導電膜の表面に保護材を設けたことを特徴とする請求項1～3いずれか1記載のインダクタンス素子。

【請求項5】 導電膜の上に更に他の金属膜を設け、前記金属膜の上に保護材を設けたことを特徴とする請求項1～3いずれか1記載のインダクタンス素子。

【請求項6】 保護材に熱処理を施したことを特徴とする請求項1～5いずれか1記載のインダクタンス素子。

【請求項7】 保護材に絶縁性の粒子を保持させたことを特徴とする請求項1～5いずれか1記載のインダクタンス素子。

【請求項8】 音声を音声信号に変換する音声信号変換手段と、電話番号等を入力する操作手段と、着信表示や電話番号等を表示する表示手段と、音声信号を復調して送信信号に変換する送信手段と、受信信号を音声信号に変換する受信手段と、前記送信信号及び前記受信信号を送受信するアンテナと、各部を制御する制御手段を備えた無線端末装置であって、受信手段及び送信手段を構成するフィルタ回路やマッチング回路を構成するインダクタンス素子として、請求項1～8いずれか1記載のインダクタンス素子を用いたことを特徴とする無線端末装置。

【請求項9】 基台上に導電膜を形成し、前記導電膜の一部を取り除き、その後に前記導電膜上に電着膜を形成することを特徴とするインダクタンス素子の製造方法。

【請求項10】 導電膜を取り除く際に基台も露出させ、前記導電膜及び基台の少なくとも一部に電着膜を形成したことを特徴とする請求項10記載のインダクタンス素子の製造方法。

【請求項11】 導電膜を取り除く際にレーザを用いて、基台の一部も取り除いたことを特徴とする請求項10記載のインダクタンス素子。

【請求項12】 基台と、前記基台上に形成され、導電性材料が抵抗材料の少なくとも一方で構成された形成膜と、前記形成膜の少なくとも一部を覆う保護材とを備え、前記保護材を電着膜で構成したことを特徴とする電子部品。

【請求項13】 形成膜に基台の少なくとも一部が露出する部分を設け、この露出する部分を覆うように保護材を

設けたことを特徴とする請求項12記載の電子部品。

【請求項14】 基台の中央部を両端部より段落ちさせ、その段落ちさせた部分に保護材を設けたことを特徴とする請求項12、13いずれか1記載の電子部品。

【請求項15】 形成膜に設けられた角部の保護材の厚みを他の部分よりも厚くしたことを特徴とする請求項12～14いずれか1記載の電子部品。

【請求項16】 粗面化された形成膜の表面に保護材を設けたことを特徴とする請求項12～15いずれか1記載の電子部品。

【請求項17】 保護材に熱処理を施したことを特徴とする請求項12～16いずれか1記載の電子部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、移動体通信などの電子機器に用いられ、特に高周波回路等に好適に用いられるインダクタンス素子及び無線端末装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図17は従来のインダクタンス素子を示す側面図である。図17において、1は四角柱状の基台、2は基台1の上に形成された導電膜、3は導電膜2に設けられた溝、4は導電膜3の上に積層された保護材である。

【0003】 この様な電子部品は、溝3の間隔などを調整することによって、所定の特性に調整する。

【0004】 先行例としては、特開平7-307201号公報、特開平7-297033号公報、特開平5-129133号公報、特開平1-238003号公報、実開昭57-117636号公報、特開平5-299250号公報、特開平7-297033号公報等がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら従来の構成では、保護材4をレジストなどを塗布することによって構成していたので、インダクタンス素子自体を小型化していくと、保護材4が端子部よりも大きく突出することがあり、実装性が悪く、しかも一つ一つレジストなどを塗布しなければならないので、生産性も向上しなかった。

【0006】 本発明は、小型化及び実装性を向上させたり、生産性を向上させることができるインダクタンス素子及び無線端末装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、基台と、前記基台の上に形成された導電膜と、前記導電膜に設けられた溝と、前記溝を覆うように設けられた保護材とを備えたインダクタンス素子であって、保護材を電着膜で構成した。

【0008】

【発明の実施の形態】 請求項1記載の発明は、基台と、

前記基台の上に形成された導電膜と、前記導電膜に設けられた溝と、前記溝を覆うように設けられた保護材とを備えたインダクタンス素子であって、保護材を電着膜で構成したことによって、保護材を薄く均一に形成でき、素子の小型化を行うことができ、配線との隙間を小さくすることができる。また、一度にたくさんの素子の保護材を形成できるので、生産性を向上させることができる。

【0009】請求項2記載の発明は、請求項1において、溝内において、保護材が導電膜と基台の少なくとも一部を覆う様に設けたことによって、導電膜の角部が露出する確率が極めて低くなり、導電膜の保護を確実に行うことができる。

【0010】請求項3記載の発明は、請求項1、2において、導電膜の角部の保護材の厚みを他の部分よりも厚くしたことによって、放電しやすい導電膜の角部を覆うことができ、しかもメッキ膜が角部に付着することはない。

【0011】請求項4記載の発明は、請求項1～3において、粗面化された導電膜の表面に電着膜を設けたことによって、導電膜と保護材の密着強度を向上させることができる。

【0012】請求項5記載の発明は、請求項1～3において、導電膜の上に更に他の金属膜を設け、前記金属膜の上に保護材を設けたことによって更に均一な膜厚の保護材を形成できるので、より素子の小型化には適する。

【0013】請求項6記載の発明は、請求項1～5において、保護材に熱処理を施したことによって、保護材の表面をなめらかにすることができ、しかも導電膜をより確実に覆う様になり、耐食性などを向上させることができる。

【0014】請求項7に記載の発明は、請求項1～5において、保護材に絶縁性の粒子を保持させたことによって、例えば製造中や実装中に熱が加わったとしても、導電膜の角部における保護材の膜厚低下を防止できる。

【0015】請求項8記載の発明は、音声を音声信号に変換する音声信号変換手段と、電話番号等を入力する操作手段と、着信表示や電話番号等を表示する表示手段と、音声信号を復調して送信信号に変換する送信手段と、受信信号を音声信号に変換する受信手段と、前記送信信号及び前記受信信号を送受信するアンテナと、各部を制御する制御手段を備えた無線端末装置であって、受信手段及び送信手段を構成するフィルタ回路やマッチング回路を構成するインダクタンス素子として、請求項1～8いずれか1記載のインダクタンス素子を用いたことによって、回路基板などを小さくすることができ、装置の小型化を行うことができると共に、インダクタンス素子の実装性が向上するので、装置の不良率が低下する。

【0016】請求項9に係る発明は、基台上に導電膜を形成し、前記導電膜の一部を取り除き、その後前記導

電膜上に電着膜を形成することによって、一度にたくさんの素子に保護材を形成できるので、生産性が向上する。

【0017】請求項10に係る発明は、請求項9において導電膜を取り除く際に基台も露出させ、前記導電膜及び基台の少なくとも一部に電着膜を形成したことによって、確実に導電膜を保護することができ、導電膜の腐食などを防止できる。

【0018】請求項11に係る発明は、請求項10において、導電膜を取り除く際にレーザを用いて、基台の一部も取り除いたことによって、簡単に溝を設けることができ、しかも確実に導電膜を切除することができる。

【0019】請求項12に係る発明は、基台と、前記基台上に形成され、導電性材料が抵抗材料の少なくとも一方で構成された形成膜と、前記形成膜の少なくとも一部を覆う保護材とを備え、前記保護材を電着膜で構成したことによって、保護材を薄く均一に形成でき、素子の小型化を行うことができ、配線との隙間を小さくすることができる。また、一度にたくさんの素子の保護材を形成できるので、生産性を向上させることができる。

【0020】請求項13に係る発明は、請求項12において、形成膜に基台の少なくとも一部が露出する部分を設け、この露出する部分を覆うように保護材を設けたことによって、確実に形成膜の保護を行うことができるので、耐食性等が向上する。

【0021】請求項14に係る発明は、請求項12、13において、基台の中央部を両端部より段落ちさせ、その段落ちさせた部分に保護材を設けたことによって、簡単にしかも精度良く保護材を設けることができる。

【0022】請求項15に係る発明は、請求項12～14において、形成膜に設けられた角部の保護材の厚みを他の部分よりも厚くしたことによって、放電しやすい形成膜の角部を覆うことができ、しかもメッキ膜等が角部に付着することはない。

【0023】請求項16に係る発明は、請求項12～15において、粗面化された形成膜の表面に保護材を設けたことによって、形成膜と保護材の密着強度を向上させることができる。

【0024】請求項17に係る発明は、請求項12～16において、保護材に熱処理を施したことによって、保護材の表面をなめらかにすることができ、しかも形成膜をより確実に覆う様になり、耐食性などを向上させることができる。

【0025】以下、電子部品として、インダクタンス素子を例示して本実施の形態を説明する。

【0026】図1、図2はそれぞれ本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子を示す斜視図及び側面図である。

【0027】図1において、11は絶縁材料などをプレス加工、押し出し法等を施して構成されている基台、1

2は基台11の上に設けられている導電膜で、導電膜12は、メッキ法やスパッタリング法等の蒸着法等によって基台11上に形成される。13は基台11及び導電膜12に設けられた溝で、溝13は、レーザ光線等を導電膜12に照射することによって形成したり、導電膜12に砥石等を当てて機械的に形成されている。14は基台11及び導電膜12の溝13を設けた部分に設けられ、電着膜で構成された保護材、15、16はそれぞれ端子電極が形成された端子部で、端子部15と端子部16の間には、溝13及び保護材14が設けられている。なお、図2は、保護材14の一部を取り除いた図である。

【0028】また、本実施の形態のインダクタンス素子は、実用周波数帯域が1～6GHzと高周波数域に対応するとともに、330nH以下の微小インダクタンスを有し、しかもインダクタンス素子の長さL1、幅L2、高さL3は以下の通りとなっていることが好ましい。

【0029】L1=0.5～2.5mm（好ましくは0.6～1.7mm）

L2=0.2～2.0mm（好ましくは0.3～0.9mm）

L3=0.2～2.0mm（好ましくは0.3～0.9mm）

L1が0.5mm以下であると、自己共振周波数f0が下がってしまうとともにQ値が低下してしまい、良好な特性を得ることができない。また、L1が2.5mmを超えてしまうと、素子自体が大きくなってしまい、電子回路等が形成された基板など（以下回路基板等と略す）回路基板等の小型化ができず、ひいてはその回路基板等を搭載した電子機器等の小型化を行うことができない。また、L2、L3それぞれが0.2mm以下であると、素子自体の機械的強度が弱くなりすぎてしまい、実装装置などで、回路基板等に実装する場合に、素子折れ等が発生することがある。また、L2、L3が2.0mm以上となると、素子が大きくなりすぎて、回路基板等の小型化、ひいては装置の小型化を行うことができない。なお、L4（段落ちの深さ）は5μm～50μm程度が好ましく、5μm以下であれば、保護材14の厚さ等を薄くしなければならず、良好な保護特性等を得ることができない。また、L4が50μmを超えると基台の機械的強度が弱くなり、やはり素子折れ等が発生することがある。

【0030】以上の様に構成されたインダクタンス素子について、以下各部の詳細な説明をする。図3は導電膜を形成した基台の断面図、図4（a）（b）はそれぞれ基台の側面図及び底面図である。

【0031】まず、基台11の形状について説明する。基台11は、図3及び図4に示す様に、回路基板等に実装しやすいように断面が四角形状の中央部11aと中央部11aの両端に一体に設けられ、しかも断面が四角形状の端部11b、11cによって構成されている。な

お、端部11b、11c及び中央部11aは断面四角形状としたが、五角形状や六角形状などの多角形状でも良い。中央部11aは端部11b、11cから段落ちした構成となっている。本実施の形態では、端部11b、11cの断面形状を略正四角状とすることによって、回路基板等へのインダクタンス素子を装着性を良好にした。また、本実施の形態では中央部11aに横向きに溝13を形成することによって、どのように回路基板等に実装しても方向性が無いために、取り扱いが容易になる。また、中央部11aには素子部（溝13や保護材14）が形成されることとなり、端部11b、11cには端子部15、16が形成される。

【0032】なお、本実施の形態では、中央部11a及び端部11b、11cをともに略正四角形状としたが、正五角形状等の正多角形状にしてもよい。さらに、本実施の形態では、中央部11aと端部11c、11bそれぞれの断面形状を正四角形というように同一にしたが、異なっても良い。すなわち、端部11b、11cの断面形状を正多角形状とし、中央部11aの断面形状を他の多角形状としたり、円形状としても良い。中央部11aの断面形状を円形とすることによって、良好に溝13を形成することができる。

【0033】さらに、本実施の形態では、中央部11aを端部11b、11cより段落ちさせることによって、保護材14を塗布した際に、その保護材14と回路基板等が接触することなどを防止していたが、特に保護材14の厚みや実装される回路基板等の状況（回路基板等の実装される部分に溝が形成されていたり、回路基板等の電極部が盛り上がっている等）によって、中央部11aを段落ちさせなくてもよい。中央部11aを端部11b、11cから段落ちさせないと、基台11の構造が簡単になり、生産性が向上し、さらに中央部11aの機械的強度も向上する。この様に段落ちさせない場合でも、断面四角形状の四角柱形状としてもよいし、さらに断面を多角形状とする角柱とすることもできる。

【0034】また、図4（a）に示す様に基台11の端部の高さZ1及びZ2は下記の条件を満たすことが好ましい。

【0035】 $|Z1 - Z2| \leq 80 \mu m$ （好ましくは50μm）

Z1とZ2の高さの違いが80μm（好ましくは50μm以下）を超えると、素子を基板に実装し、半田等で回路基板等に取り付ける場合、半田等の表面張力によって素子が一方の端部に引っ張られて、素子が立ってしまうというマンハッタン現象の発生する確率が非常に高くなる。このマンハッタン現象を図5に示す。図5に示すように、基板200の上にインダクタンス素子を配置し、端子部15、16それぞれと基板200の間に半田201、202が設けられているが、リフローなどによって半田201、202を溶かすと、半田201、202の

それぞれの塗布量の違いや、材質が異なることによる融点の違いによって、溶融した半田201、202の表面張力が端子部15と端子部16で異なり、その結果、図5に示すように一方の端子部（図5の場合は端子部15）を中心に回転し、インダクタンス素子が立ち上がってしまう。Z1とZ2の高さの違いが $80\mu\text{m}$ （好ましくは $50\mu\text{m}$ 以下）を超えると、素子が傾いた状態で基板200に配置されることとなり、素子立ちを促進する。また、マンハッタン現象は特に小型軽量のチップ型の電子部品（チップ型インダクタンス素子を含む）において顕著に発生し、しかもこのマンハッタン現象の発生要因の一つとして、端子部15、16の高さの違いによって素子が傾いて基板200に配置されることを着目した。この結果、Z1とZ2の高さの差を $80\mu\text{m}$ 以下

（好ましくは $50\mu\text{m}$ 以下）となるように、基台11を成形などで加工することによって、このマンハッタン現象の発生を大幅に抑えることができた。Z1とZ2の高さの差を $50\mu\text{m}$ 以下とすることによって、ほぼ、マンハッタン現象の発生を抑えることができる。

【0036】次に基台11の面取りについて説明する。図6は本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる基台の斜視図である。図6に示されるように、基台11の端部11b、11cそれぞれの角部11e、11dには面取りが施されており、その面取りした角部11e、11dのそれぞれの曲率半径R1及び中央部11aの角部11fの曲率半径R2は以下の通りに形成されることが好ましい。

【0037】 $0.03 < R1 < 0.15$ (mm)

$0.01 < R2$ (mm)

R1が 0.03mm 以下であると、角部11e、11dが尖った形状となっているので、ちょっとした衝撃などによって角部11e、11dに欠けなどが生じることがあり、その欠けによって、特性の劣化等が発生したりする。また、R1が 0.15mm 以上であると、角部11e、11dが丸くなりすぎて、前述のマンハッタン現象を起こしやすくなり、不具合が生じる。更にR2が 0.01mm 以下であると、角部11fにバリなどが発生しやすく、中央部11a上に形成され、しかも素子の特性を大きく左右する導電膜12の厚みが角部11fと平坦な部分で大きく異なることがあり、素子特性のばらつきが大きくなる。

【0038】次に基台11の構成材料について説明する。基台11の構成材料として下記の特性を満足しておくことが好ましい。

【0039】体積固有抵抗： $10^{13}\Omega\text{cm}$ 以上（好ましくは $10^{14}\Omega\text{cm}$ 以上）

熱膨張係数： $5 \times 10^{-4}\Omega\text{cm}$ 以下（好ましくは $2 \times 10^{-5}\Omega\text{cm}$ 以下）
[$20^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ における熱膨張係数]

誘電率： 1MHz において12以下（好ましくは10以

下）

曲げ強度： 1300kg/cm^2 以上（好ましくは 2000kg/cm^2 以上）

密度： $2 \sim 5\text{g/cm}^3$ （好ましくは $3 \sim 4\text{g/cm}^3$ ）

基台11の構成材料が体積固有抵抗が $10^{13}\Omega\text{cm}$ 以下であると、導電膜12とともに基台11にも所定に電流が流れ始めるので、並列回路が形成された状態となり、自己共振周波数f0及びQ値が低くなってしまい、高周波用の素子としては不向きである。

【0040】また熱膨張係数が $5 \times 10^{-4}\Omega\text{cm}$ 以上であると、基台11にヒートショック等でクラックなどが入ることがある。すなわち熱膨張係数が $5 \times 10^{-4}\Omega\text{cm}$ 以上であると、上述の様に溝13を形成する際にレーザ光線や砥石等を用いるので、基台11が局部的に高温になり、基台11にクラックなどが生じることあるが、上述の様な熱膨張係数を有することによって、大幅にクラック等の発生を抑止できる。

【0041】また、誘電率が 1MHz において12以上であると、自己共振周波数f0及びQ値が低くなってしまい、高周波用の素子としては不向きである。

【0042】曲げ強度が 1300kg/cm^2 以下であると、実装装置で回路基板等に実装する際に素子折れ等が発生することがある。

【0043】密度が 2g/cm^3 以下であると、基台11の吸水率が高くなり、基台11の特性が著しく劣化し、素子としての特性が悪くなる。また密度が 5g/cm^3 以上になると、基台の重量が重くなり、実装性などに問題が発生する。特に密度を上記範囲内に設定すると、吸水率も小さく基台11への水の進入もほとんどなく、しかも重量も軽くなり、チップマウンタなどで基板に実装する際にも問題は発生しない。

【0044】この様に基台11の体積固有抵抗、熱膨張係数、誘電率、曲げ強度、密度を規定することによって、自己共振周波数f0及びQ値が低下しないので、高周波用の素子として用いることができ、ヒートショック等で基台11にクラック等が発生することを抑制できるので、不良率を低減することができ、更には、機械的強度を向上させることができるので、実装装置などを用いて回路基板等に実装できるので、生産性が向上する等の優れた効果を得ることができる。

【0045】上記の諸特性を得る材料としては、アルミナを主成分とするセラミック材料が挙げられる。しかしながら、単にアルミナを主成分とするセラミック材料を用いても上記諸特性を得ることはできない。すなわち、上記諸特性は、基台11を作製する際のプレス圧力や焼成温度及び添加物によって異なるので、作製条件などを適宜調整しなければならない。具体的な作製条件として、基台11の加工時のプレス圧力を $2 \sim 5\text{t}$ 、焼成温度を $1500 \sim 1600^\circ\text{C}$ 、焼成時間 $1 \sim 3$ 時間等の条件が挙げられる。また、アルミナ材料の具体的な材料と

しては、 Al_2O_3 が92重量%以上、 SiO_2 が6重量%以下、 MgO が1.5重量%以下、 Fe_2O_3 が0.1%以下、 Na_2O が0.3重量%以下等が挙げられる。

【0046】次に基台11の表面粗さについて説明する。なお、以下の説明で出てくる表面粗さとは、全て中心線平均粗さを意味するものであり、導電膜12の説明等に出てくる粗さも中心線平均粗さである。

【0047】基台11の表面粗さは0.15~0.5 μm 程度、好ましくは0.2~0.3 μm 程度がよい。図7は基台11の表面粗さと剥がれ発生率を示したグラフである。図7は下記に示すような実験の結果である。基台11及び導電膜12はそれぞれアルミナ、銅で構成し、基台11の表面粗さをいろいろ変えたサンプルを作製し、その各サンプルの上に同じ条件で導電膜12を形成した。それぞれのサンプルに超音波洗浄を行い、その後導電膜12の表面を観察して、導電膜12の剥がれの有無を測定した。基台11の表面粗さは、表面粗さ測定器（東京精密サーフコム社製 574A）を用いて、先端Rが5 μm のものをを用いた。この結果から判るように平均表面粗さが0.15 μm 以下であると、基台11の上に形成された導電膜12の剥がれの発生率が5%程度であり、良好な基台11と導電膜12の接合強度を得ることができる。更に、表面粗さが0.2 μm 以上であれば導電膜12の剥がれがほとんど発生していないので、できれば、基台11の表面粗さは0.2 μm 以上が好ましい。導電膜12の剥がれは、素子の特性劣化の大きな要因となるので、歩留まり等の面から発生率は5%以下が好ましい。

【0048】図8は基台の表面粗さに対する周波数とQ値の関係を示すグラフである。図8は以下のような実験の結果である。まず、表面粗さが0.1 μm 以下の基台11と、表面粗さが0.2~0.3 μm の基台11と、表面粗さが0.5 μm 以上の基台11のそれぞれのサンプルを作製し、それぞれのサンプルに同じ材料（銅）で同じ厚さの導電膜を形成した。そして、各サンプルにおいて、所定の周波数FにおけるQ値を測定した。図8から判るように基台11の表面粗さが0.5 μm 以上であると、導電膜12の膜構造が悪くなることが原因と考えられるQ値の低下が見られる。特に高周波領域で顕著にQ値の劣化が見られる。また、自己共振周波数 f_0 （各線の極大値）も基台11の表面粗さが0.5 μm のものは、低周波側にシフトしている。従ってQ値の面及び自己共振周波数 f_0 の面から見れば基台11の表面粗さは0.5 μm 以下とすることが好ましい。

【0049】以上の様に、導電膜12と基台11との密着強度、導電膜のQ値及び自己共振周波数 f_0 の双方の結果から判断すると、基台11の表面粗さは、0.15 μm ~0.5 μm が好ましく、さらに好ましくは0.2~0.3 μm が良い。

【0050】また、表面粗さは、端部11b、11cと

中央部11aでは、平均表面粗さを異ならせた方が好ましい。すなわち、平均表面粗さ0.15~0.5 μm の範囲内で端部11b、11cの平均表面粗さを中央部11aの平均表面粗さよりも小さくすることが好ましい。端部11b、11cは導電膜12を積層することによって上述の様に端子部15、16が構成されるので、端部11b、11cの表面粗さを中央部11aより小さくすることによって、端部11b、11c上に形成される導電膜12の表面粗さを小さくできるので、回路基板等の電極との密着性を向上させることができ、確実な回路基板等とインダクタンス素子の接合をおこなうことができる。また、中央部11aには導電膜12を積層し溝13を形成するので、溝13をレーザ等で形成する際に導電膜12が基台11からはがれ落ちないように導電膜12と基台11の密着強度を向上させなければならないので、端部11b、11cよりも中央部11aの表面粗さを大きくした方が好ましい。特にレーザで溝13を形成する場合、レーザが照射された部分は他の部分よりも急激に温度が上昇し、ヒートショック等で導電膜12が剥がれることがある。従って、レーザで溝13を形成する場合には導電膜12と基台11の接合密度を他の部分よりも向上させることが必要である。

【0051】この様に中央部11aと端部11b、11cとの表面粗さを異ならせることによって、回路基板等との密着性及び溝13の加工の際の導電膜12のはがれを防止することができる。

【0052】なお、本実施の形態では、導電膜12と基台11の接合強度を基台11の表面粗さを調整することによって、向上させたが、例えば、基台11と導電膜12の間にCr単体またはCrと他の金属の合金の少なくとも一方で構成された中間層を設けることによって、表面粗さを調整せずとも導電膜12と基台11の密着強度を向上させることができる。もちろん基台11の表面粗さを調整し、その上その基台11の上に中間層及び導電膜12を積層する場合では、より強力な導電膜12と基台11の密着強度を得ることができる。

【0053】次に導電膜12について説明する。導電膜12としては、330nH以下の微少インダクタンスを有し、しかも800MHz以上の高周波信号に対してQ値が30以上のものが好ましい。この様な特性の導電膜12を得るためには、材料及び製法等を選択しなければならない。

【0054】以下具体的に導電膜12について説明する。導電膜12の構成材料としては、銅、銀、金、ニッケルなどの導電材料が挙げられる。この銅、銀、金、ニッケル等の材料には、耐候性等を向上させるために所定の元素を添加してもよい。また、導電材料及び非金属材料等の合金を用いてもよい。構成材料としてコスト面や耐食性の面及び作り易さの面から銅及びその合金がよく用いられる。導電膜12の材料として、銅等を用いる場合に

は、まず、基台11上に無電解メッキによって下地膜を形成し、その下地膜の上に電解メッキにて所定の銅膜を形成して導電膜12が形成される。更に、合金等で導電膜12を形成する場合には、スパッタリング法や蒸着法で構成することが好ましい。また、構成材料に銅及びその合金を用いた場合導電膜12の形成厚みは $15\mu\text{m}$ 以上が好ましい。厚みが $15\mu\text{m}$ より薄いと、導電膜12のQ値が小さくなり所定の特性を得ることができにくい。図9は、導電膜12の膜厚とQ値の関係を示すグラフである。導電膜12の構成材料としては銅を用い、基台11の材料及び表面粗さ等は、同じ条件にし、その基台11の上に形成する導電膜12の厚さを変化させ、それぞれの場合におけるQ値を測定した。図9から判るように導電膜12の厚さが $15\mu\text{m}$ 以上であると、Q値は30を超えている。また、導電膜12の膜厚は $15\mu\text{m}$ 以上の領域では、Q値はあまり向上せず、又、コスト面や不良率の低減のために導電膜12の膜厚は $35\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。なお、導電膜12の膜厚は $21\mu\text{m}$ 以上が更に好ましい。

【0055】導電膜12は単層で構成してもよいが、多層構造としてもよい。すなわち、構成材料の異なる導電膜を複数積層して構成しても良い。例えば、基台11の上に先ず銅膜を形成し、その上に耐候性の良い金属膜（ニッケル等）を積層する事によって、やや耐候性に問題がある銅の腐食を防止することができる。

【0056】導電膜12の形成方法としては、メッキ法（電解メッキ法や無電解メッキ法など）、スパッタリング法、蒸着法等が挙げられる。この形成方法の中でも、量産性がよく、しかも膜厚のばらつきが小さなメッキ法がよく用いられる。

【0057】導電膜12の表面粗さは $1\mu\text{m}$ 以下が好ましく、更に好ましくは $0.2\mu\text{m}$ 以下が好ましい。導電膜12の表面粗さが $1\mu\text{m}$ を超えると、表皮効果によって高周波でのQ値が低下する。図10は導電膜12の周波数とQ値の関係を示すグラフである。図10は下記の様な実験を通して導き出された。まず、同じ大きさ同じ材料同じ表面粗さで構成された基台11の上に銅を構成材料とする導電膜12の表面粗さを変えて形成し、それぞれのサンプルにて各周波数におけるQ値を測定した。図10から判るように、導電膜12の表面粗さが $1\mu\text{m}$ 以上であれば高周波領域におけるQ値が低くなっていることが判る。更に導電膜12の表面粗さが $0.2\mu\text{m}$ 以下であれば特に高周波領域におけるQ値が、非常に高くなっていることがわかる。

【0058】以上の様に導電膜12の表面粗さは、 $1.0\mu\text{m}$ 以下が良く、更に好ましくは、 $0.2\mu\text{m}$ 以下とすることによって、導電膜12の表皮効果を低減させることができ、特に高周波におけるQ値を向上させる事ができる。

【0059】更に導電膜12と基台11の密着強度は、

導電膜12を形成した基台11を 400°C の温度下に数秒間放置した後に基台11から導電膜12がはがれない程度以上であることが好ましい。素子を基板等に実装した際に、素子には自己発熱や他の部材からの熱が加わることによって、素子に 200°C 以上の温度が加わることがある。従って、 400°C で基台11からの導電膜12のはがれが発生しない程度の密着強度であれば、たとえ素子に熱が加わっても、素子の特性劣化等は発生しない。

【0060】次に保護材14について説明する。保護材14は電着法で形成された絶縁膜で構成される。保護材14を電着膜で構成することによって、非常に薄くて絶縁性を確保でき、しかも耐熱性も向上させることができるので、図1等を示すようなL4の段落ちを形成しない素子に特に有効である。すなわち、段落ちを用いない素子の場合、従来の様にレジストなどを塗布する方法であると、保護材の部分が大きく盛り上がり、回路基板等を実装する場合、素子の端子部と回路基板の配線の間に隙間が生じることがあり、十分な電氣的接合を行うことができないことがあるが、電着膜で保護材14を形成することによって、薄くしかも均一な保護材14を形成できるので、素子を回路基板などに実装したときに、端子部と配線との間の隙間が非常に小さくなり、配線と基盤の端子間の電氣的接合は十分に行うことができる。

【0061】また、従来の様に、レジストなどを塗布する方法であると、一つ一つの素子にそれぞれテープなどを用いて塗布しなければならないので、工程が多くなり生産性が向上せず、製造コストも低減することはできないが、本実施の形態の様に、電着膜で保護材14を作成することによって、一度にたくさんの素子に保護材14を設けることができるので、生産性が向上しコストも低減させることができる。

【0062】保護材14の具体的構成材料としては、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、フッ素系樹脂、ウレタン系樹脂、ポリイミド系樹脂などの樹脂材料の少なくとも1つで構成された電着樹脂膜によって構成されている。また、保護材14を電着膜で構成する場合、カチオン系、アニオン系のどちらかを選択する場合には、導電膜12の構成材料、電着膜の構成材料、インダクタンス素子の使用用途などを考慮して決定することが好ましい。保護材14は異なる材料で構成された電着膜を積層して構成しても良いし、同一材料を積層しても良く、更には、複数の電着膜を溝部13の上に並列して設けてもよい。

【0063】保護材14を電着膜で構成する場合、保護材14の厚さが数十ミクロンで 20V 以上の耐圧を有することが好ましく、しかもハンダの融点である 183°C で、燃烧したり、蒸発しない特性を有するものが好ましい。なお、 183°C で保護材14が軟化する程度のものは不具合は生じない。

【0064】また、図15(a)に示す様に電着膜で構成された保護材14は、導電膜12と基台11の少なくとも一部の双方を覆うように設けることが好ましい。この様に保護材14を設けることによって、導電膜12をほぼ覆うことができ、しかも導電膜12と外気などとの接触確率を極めて小さくすることができるので、導電膜12の腐食や電流の漏洩等を防止することができる。図15(b)に示す様に保護材14を導電膜12のみに設ける場合では、導電膜12の角部12zがむき出しになる可能性が高く、導電膜12の腐食の原因となることがある。

【0065】従って、図15(a)に示す様に、導電膜12の角部12zをオーバーして基台11の少なくとも一部も保護材14で覆うように構成することによって、確実な導電膜12の保護を覆うことができる。

【0066】また、図15(a)に示す様に導電膜12の外方の角部12p上に形成される保護材14の一部14zは他の部分よりも膜厚を厚くすることが好ましい。一部14zを厚くすることによって、角部12pが他の部分との間で放電することなどを防止でき、インダクタンス素子としての特性の劣化を防止できる。

【0067】また、特殊用途などに用いられるインダクタンス素子には、導電膜12と保護材の密着強度を持たせることが重要になってくる場合がある。この場合には、導電膜12の表面を化学的エッチングすることによって粗面化し、その粗面化した表面に電着膜で構成した保護材14を設けることが好ましい。前述したように、導電膜12の表面の粗面化を行うとQ値の低下を招く危険はあるが、特殊用途等の場合、Q値よりも保護材14と導電膜12の密着強度を向上することが重要な場合があるので、このときは、用途などを考慮して導電膜12の粗さを適宜決定する必要がある。

【0068】また、導電膜12を銅を含む材料で構成した場合、電着膜である保護材14は不均一な膜厚で形成されることがあるので、この場合には、導電膜12の上にNi等の金属膜を形成し、その金属膜の上に保護材14を形成しても良い。

【0069】次に、電着膜で構成された保護材14の形成方法について説明する。図16に示す様に100は容器で、容器100中には、水、電着樹脂、pH調整剤などの調整剤及び他の添加剤などを混合した溶液101が収納されている。102は電極板、103はインダクタンス素子、104、105はそれぞれ保持部材で、保持部材104、105は、インダクタンス素子103の両端がはまりこむ孔が設けられている。保持部材105には通電部6が設けられており、この通電部6はインダクタンス素子103に接触している。

【0070】電極板102及び通電部106に所定の電圧を加えると、インダクタンス素子103の両端部を除く部分に電着膜が形成される。これは、インダクタンス

素子103の両端は、保持部材104、105に入り込んでおり、溶液101とは余り接触していないからである。

【0071】以上の様に、電着膜で構成された保護材を有するインダクタンス素子を作製した後に、素子に熱処理を加えることが好ましい。この熱処理によって、保護材14の表面がなだらかになって、表面粗さが小さくなり、確実に保護材14を覆うようになる。また、熱処理を加えると、導電膜12の角部の保護材14の厚さが薄くなることがあるが、この場合には、溶液101の中に絶縁性の粒子（例えば金属酸化物など）を混入させて、電着膜で構成された保護材14の中にこの絶縁性の粒子を保持させることによって、導電膜12の角部の保護材14の厚さを抑えることができる。

【0072】また、保護材14は、図11に示すように溝13の角部13aと保護材14の表面までの長さZ1が5 μ m以上となるように形成することが好ましい。Z1が5 μ mより小さいと特性劣化や放電などが発生し易くなり素子の特性が大幅に劣化することが考えられる。また、溝13の角部13aは特に放電などが発生しやすい部分であり、この角部13a上に厚さ5 μ m以上の保護材14が形成されることが非常に好ましい。また、保護材14を形成した後に再びメッキを施して電極膜等を形成することがあるが、角部13a上に5 μ m以上の保護材14が形成されていないと、電極膜等が付着すると不具合が生じる保護材14上に電極膜等が形成されることになり、特性の劣化が生じる。

【0073】次に端子部15、16について説明する。端子部15、16は、導電膜12のみでも十分に機能するが、様々な環境条件等に順応させるために、多層構造とすることが好ましい。

【0074】図12は端子部15の断面図である。図12において、基台11の端部11bの上に導電膜12が形成されており、しかも導電膜12の上には耐候性を有するニッケル、チタン等の材料で構成される保護層300が形成されており、更に保護層300の上には半田等で構成された接合層301が形成されている。保護層300は接合層と導電膜12の接合強度を向上させるとともに、導電膜の耐候性を向上させることができる。本実施の形態では、保護層300の構成材料として、ニッケルかニッケル合金の少なくとも一方とし、接合層301の構成材料としては半田を用いた。保護層300（ニッケル）の厚みは2～7 μ mが好ましく、2 μ mを下回ると耐候性が悪くなり、7 μ mを上回ると保護層300（ニッケル）自体の電気抵抗が高くなり、素子特性が大きく劣化する。また、接合層301（半田）の厚みは5 μ m～10 μ m程度が好ましく、5 μ mを下回ると半田食われ現象が発生して素子と回路基板等との良好な接合が期待できず、10 μ mを上回るとマンハッタン現象が発生し易くなり、実装性が非常に悪くなる。

【0075】以上の様に構成されたインダクタンス素子は、特性劣化が無く、しかも、実装性及び生産性が非常によい。

【0076】以上の様に構成されたインダクタンス素子について、以下その製造方法について説明する。

【0077】まず、アルミナ等の絶縁材料をプレス成形や押し出し法によって、基台11を作製する。次にその基台11全体にメッキ法やスパッタリング法などによって導電膜12を形成する。次に導電膜12を形成した基台11にスパイラル状の溝13を形成する。溝13はレーザ加工や切削加工によって作製される。レーザ加工は、非常に生産性が良いので、以下レーザ加工について説明する。まず、基台11を回転装置に取り付け、基台11を回転させ、そして基台11の中央部11aにレーザを照射して導電膜12及び基台11の双方を取り除き、スパイラル状の溝を形成する。このときのレーザは、エキシマレーザ、炭酸ガスレーザなどを用いることができ、レーザ光をレンズなどで絞込むことによって、基台11の中央部11aに照射する。更に、溝13の深さ等は、レーザのパワーを調整し、溝13の幅等は、レーザ光を絞込む際のレンズを交換することによって行える。また、導電膜12の構成材料等によって、レーザの吸収率が異なるので、レーザの種類（レーザの波長）は、導電膜12の構成材料によって、適宜選択することが好ましい。

【0078】溝13を形成した後に、溝13を形成した部分（中央部11）に保護材14を図16に示すような装置を用いて電着法によって作製する。

【0079】この時点でも、製品は完成するが、特に端子部15、16にニッケル層や半田層を積層して、耐候性や接合性を向上させることもある。ニッケル層や半田層は、メッキ法等によって保護材14を形成した半完成品に形成する。

【0080】なお、本実施の形態は、インダクタンス素子について説明したが、絶縁材料によって構成された基台の上に導電膜を形成する電子部品でも同様な効果を得ることができる。

【0081】図13及び図14はそれぞれ本発明の一実施の形態における無線端末装置を示す斜視図及びブロック図である。図13及び図14において、29は音声を変換するマイク、30は音声信号を音声に変換するスピーカ、31はダイヤルボタン等から構成される操作部、32は着信等を表示する表示部、33はアンテナ、34はマイク29からの音声信号を復調して送信信号に変換する送信部で、送信部34で作製された送信信号は、アンテナを通して外部に放出される。35はアンテナで受信した受信信号を音声信号に変換する受信部で、受信部35で作成された音声信号はスピーカ30にて音声に変換される。36は送信部34、受信部35、操作部31、表示部32を制御する制御部である。

【0082】以下その動作の一例について説明する。まず、着信があった場合には、受信部35から制御部36に着信信号を送出し、制御部36は、その着信信号に基づいて、表示部32に所定のキャラクタ等を表示させ、更に操作部31から着信を受ける旨のボタン等が押されると、信号が制御部36に送出されて、制御部36は、着信モードに各部を設定する。即ちアンテナ33で受信した信号は、受信部35で音声信号に変換され、音声信号はスピーカ30から音声として出力されると共に、マイク29から入力された音声は、音声信号に変換され、送信部34を介し、アンテナ33を通して外部に送出される。

【0083】次に、発信する場合について説明する。まず、発信する場合には、操作部31から発信する旨の信号が、制御部36に入力される。続いて電話番号に相当する信号が操作部31から制御部36に送られてくると、制御部36は送信部34を介して、電話番号に対応する信号をアンテナ33から送出する。その送出信号によって、相手方との通信が確立されたら、その旨の信号がアンテナ33を介し受信部35を通して制御部36に送られると、制御部36は発信モードに各部を設定する。即ちアンテナ33で受信した信号は、受信部35で音声信号に変換され、音声信号はスピーカ30から音声として出力されると共に、マイク29から入力された音声は、音声信号に変換され、送信部34を介し、アンテナ33を通して外部に送出される。

【0084】上記で説明したインダクタンス素子（図1～図12、図15、図16に示すもの）は、送信部34や受信部35の中のフィルタ回路やマッチング回路などに用いられており、その数は、一つの無線端末装置に数個～40個程度用いられている。上述の様に、保護材14を電着膜で構成したことによって、インダクタンス素子が非常に小型化することができるので、装置の小型化を行うことができ、更には、インダクタンス素子の実装性も向上し、装置の不良率も低減する。

【0085】以上の様に、インダクタンス素子、特にチップ型のインダクタンス素子に電着膜から構成された保護材を設けて、優れた特性を有することについては説明したが、インダクタンス素子に限らず、コンデンサや抵抗器等の電子部品にも応用でき、同様の効果を得ることができる。なお、特に電子部品の中でも、チップ部品ではインダクタンス素子と同様に顕著な効果を得ることができる。

【0086】コンデンサの場合、誘電体材料で構成された基台の上に少なくとも一対の導電膜を離して設け、その導電膜の少なくとも一部を電着膜で構成された保護材で覆う構成とする。また、導電膜の少なくとも一部と、導電膜間にむき出しになった基台を覆うように電着膜で構成された保護材を設けても良い。

【0087】抵抗器の場合、絶縁材料で構成された基台

の上に炭素系等の抵抗膜を形成し、その抵抗膜上に電着膜で構成された保護材を設ける構成とする。この抵抗器の場合、図1に示すインダクタンス素子の導電膜の代わりに抵抗膜を設けた構成がよい。即ち、抵抗器において、その抵抗値を調整するために、スパイラル状の溝を形成し、その溝を覆うように保護材を設けることが好ましい。

【0088】この様に電子部品（特にチップ部品）に関しては、基台の上に抵抗膜か導電膜の少なくとも一方から構成された形成膜を設け、その形成膜の上に電着膜で構成された保護材を設けることによって、素子の小型化に対応できる等の上述のインダクタンスと同じ様な効果を得ることができる。

【0089】

【発明の効果】本発明は、基台と、前記基台の上に形成された導電膜と、前記導電膜に設けられた溝と、前記溝を覆うように設けられた保護材とを備えたインダクタンス素子であって、保護材を電着膜で構成することによって、素子の小型化や、実装性の向上や生産性の向上を行うことができる。

【0090】また、上記インダクタンス素子を搭載した無線端末装置は、装置の小型化を行うことができ、装置の不良率を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子を示す斜視図

【図2】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子を示す側面図

【図3】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる導電膜を形成した基台の断面図

【図4】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる基台を示す図

【図5】マンハッタン現象を示す側面図

【図6】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる基台の斜視図

【図7】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる基台の表面粗さと剥がれ発生率を示したグラフ

【図8】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス

素子に用いられる基台の表面粗さに対する周波数とQ値の関係を示すグラフ

【図9】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる導電膜の膜圧と、Q値の関係を示すグラフ

【図10】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に用いられる導電膜の表面粗さに対する周波数とQ値の関係を示すグラフ

【図11】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子の保護材を設けた部分の側面図

【図12】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子の端子部の断面図

【図13】本発明の一実施の形態における無線端末装置を示す斜視図

【図14】本発明の一実施の形態における無線端末装置を示すブロック図

【図15】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子を示す部分断面図

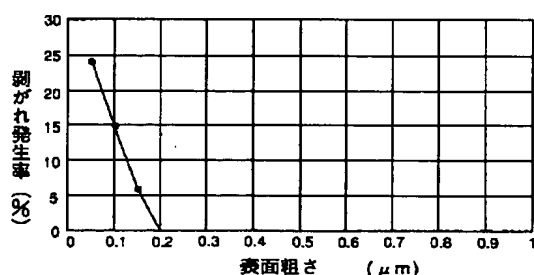
【図16】本発明の一実施の形態におけるインダクタンス素子に保護材を形成する状態を示す図

【図17】従来のインダクタンス素子を示す側面図

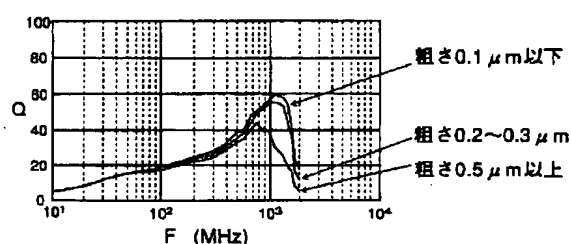
【符号の説明】

- 11 基台
- 11a 中央部
- 11b, 11c 端部
- 11d, 11e, 11f 角部
- 12 導電膜
- 12z 角部
- 13 溝
- 14 保護材
- 14z 一部
- 15, 16 端子部
- 30 スピーカー
- 31 操作部
- 32 表示部
- 33 アンテナ
- 34 送信部
- 35 受信部
- 36 制御部

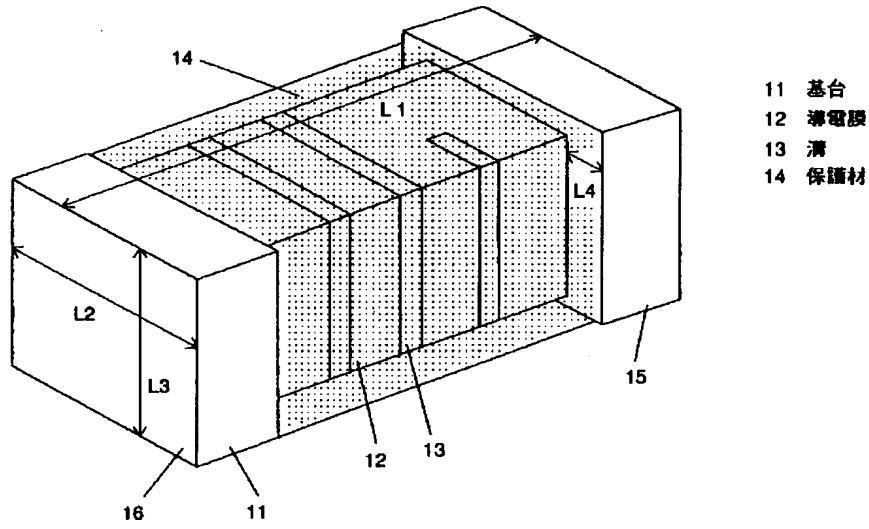
【図7】



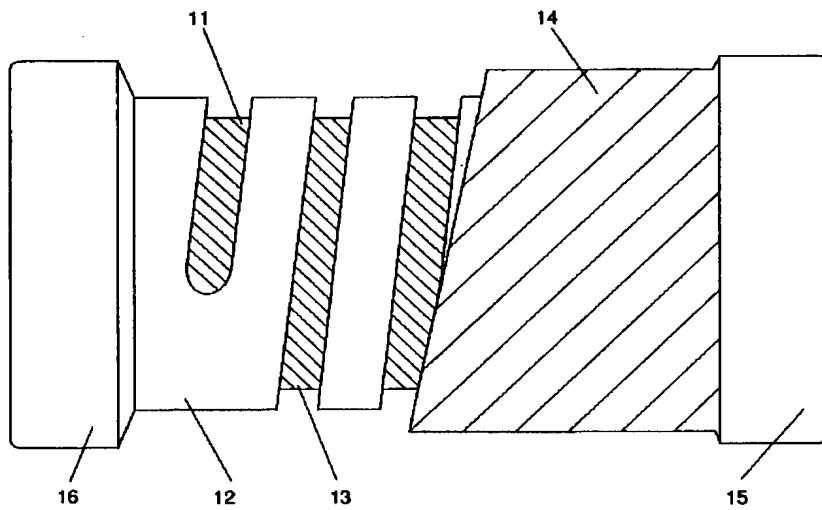
【図8】



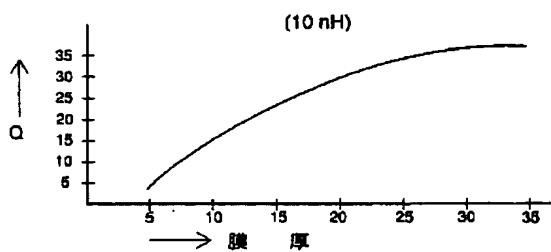
【図1】



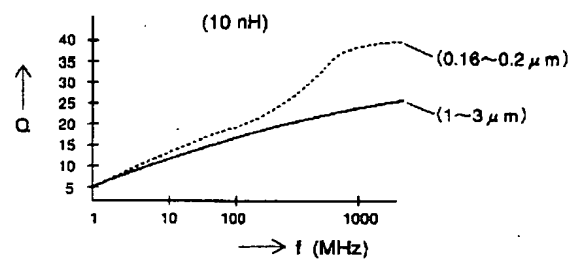
【図2】



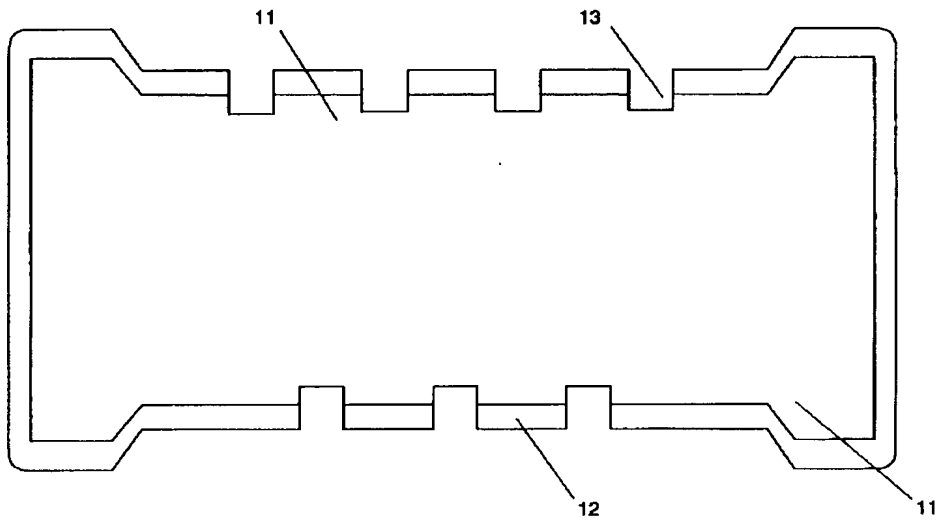
【図9】



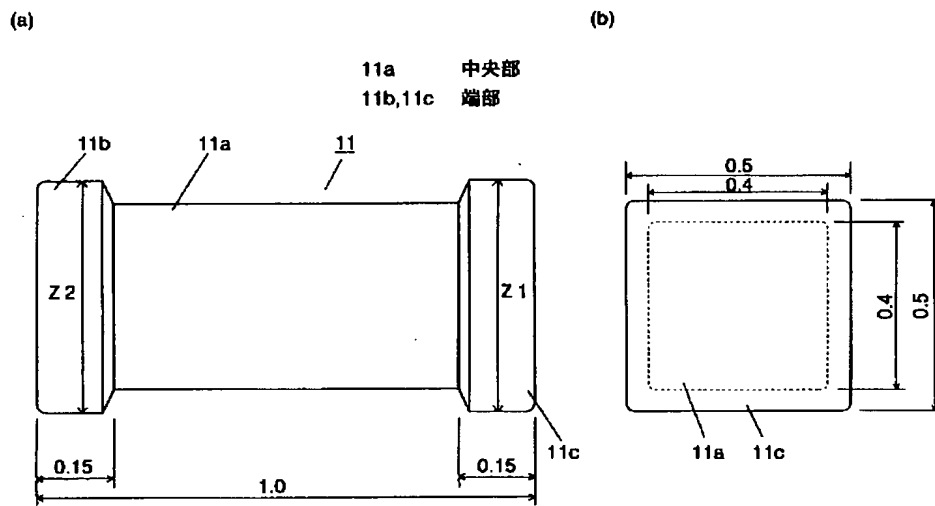
【図10】



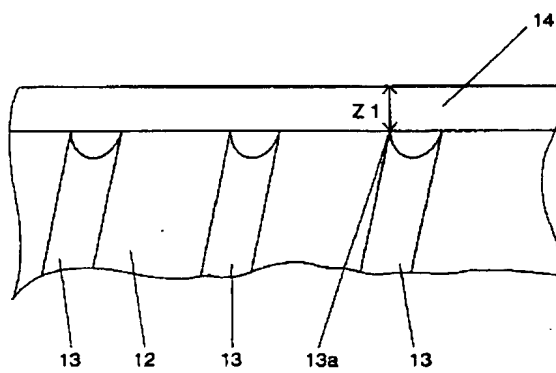
【図3】



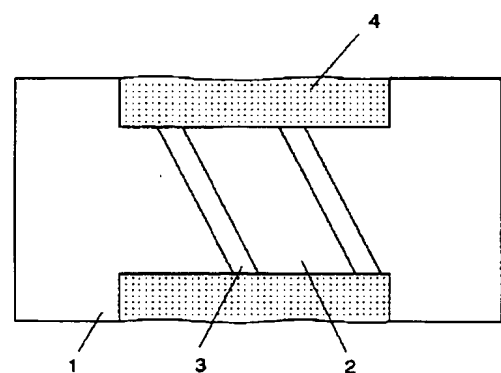
【図4】

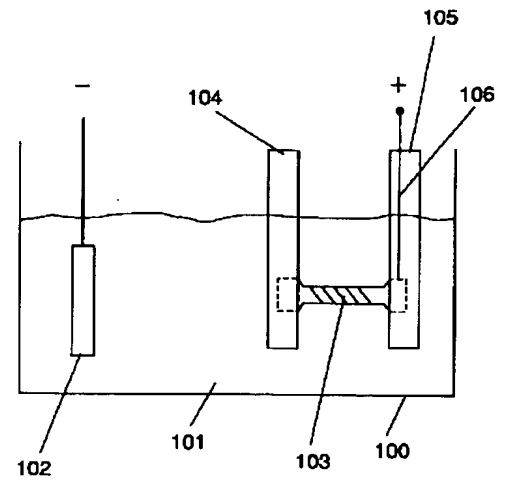
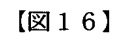


【図11】

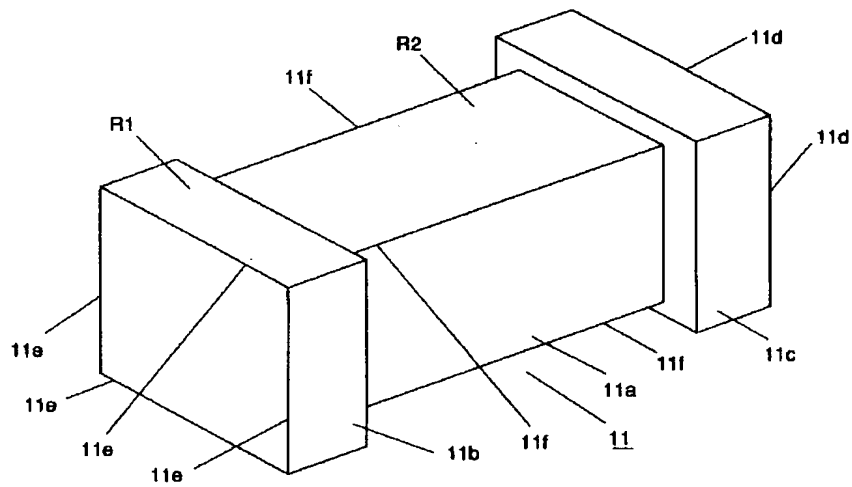


【図17】

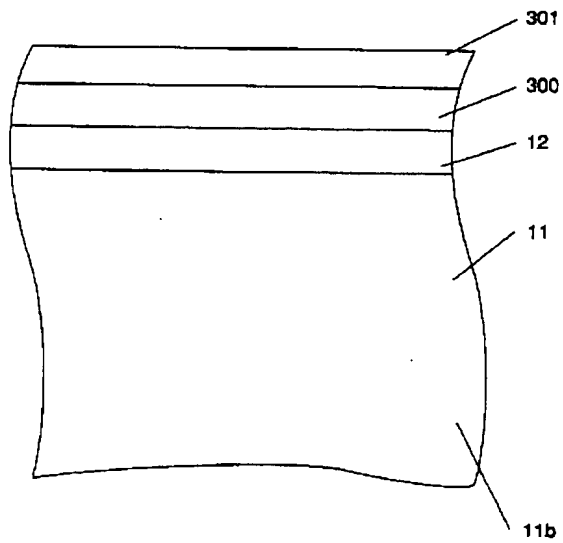




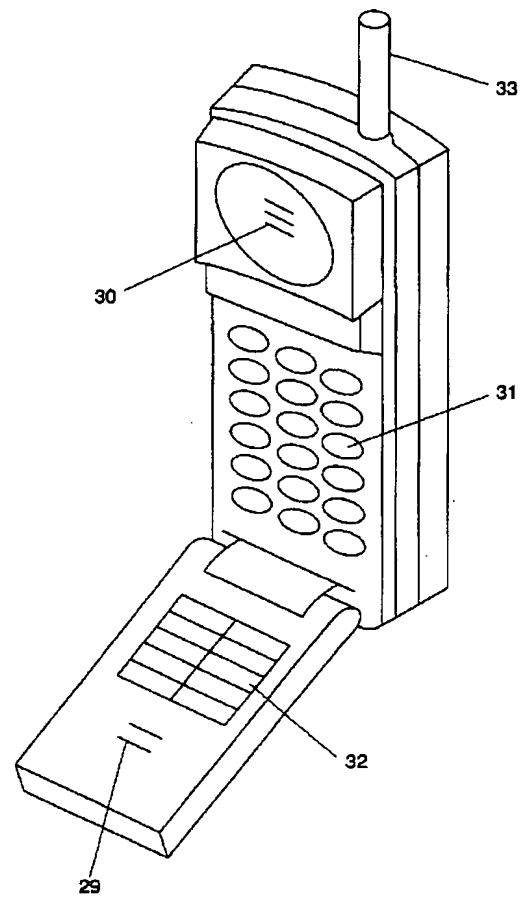
【図 6】



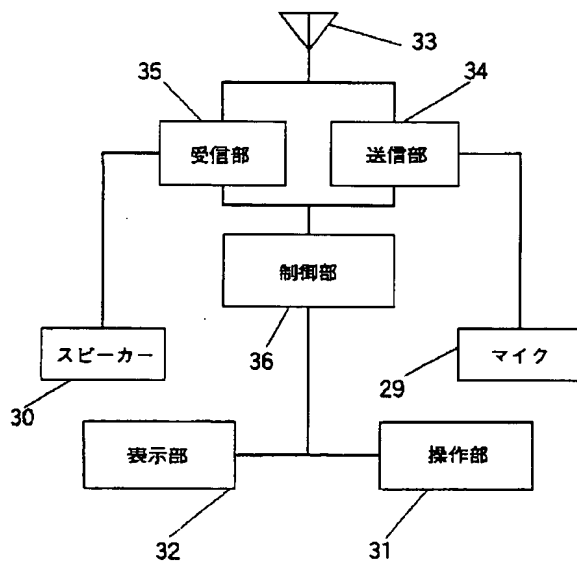
【図12】



【図13】

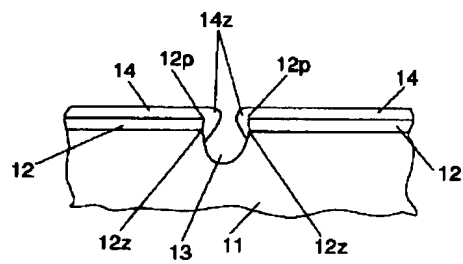


【図14】

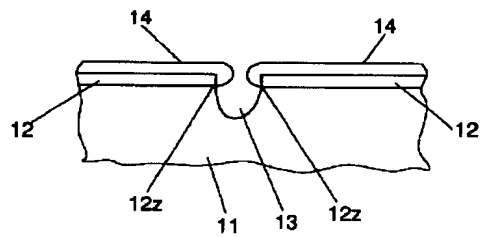


【図15】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72) 発明者 上米良 光男
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内